

X. CLIMATOLOGIA

J. A. GUIJARRO

GUIJARRO, J.A. 1993. "Climatologia", in ALCOVER, J.A., BALLESTEROS, E. & FORNÓS, J.J. (Eds.), *Història Natural de l'Arxipèlag de Cabrera*, CSIC-Edit. Moll, Mon. Soc. Hist. Nat. Balears 2: 161-174. S'ha estudiat el clima de Cabrera en base a les dades pluviomètriques subministrades per l'estació del Far de N'Ensiola i per observatoris propers i/o representatius. La mitjana de precipitacions anuals és de 380 mm, amb uns totals anuals situats entre 193 i 555 mm. La intensitat de les precipitacions és considerable, sobretot els mesos de tardor. Es presenten les freqüències de registres de pluja, tempestes, neu, calabruix, humitat i roada, així com estimacions de la insolació, irradiació i altres paràmetres meteorològics. El clima de Cabrera és un clima semiàrid càlid, d'acord amb la classificació de Emberger. Es presenta el diagrama ombromètric de Cabrera.

CLIMATOLOGY. The climate of the Island of Cabrera has been studied with data that came from the meteorological station of the light-house of N'Ensiola and also other stations that are in the geographical vicinity of the island. The mean annual rainfall is 380 mm, the lowest and highest annual values are 193 and 555 mm. The precipitations are of a great intensity, principally in autumn. The recorded frequencies of rain, snow, hail, dew and storms are given with the values of humidity and an estimate of the solar radiation and insolation. The climate of Cabrera following the classification of Emberger is semi-arid. The ombrometric diagram of Cabrera is shown.

INTRODUCCIÓ

El clima de les Illes Balears, i per tant el de l'Arxipèlag de Cabrera, està condicionat per la seva situació geogràfica, a una latitud mitjana-baixa, i banyada pel Mediterrani occidental. A causa d'açò, es troba subjecta a la influència alternativa de dos tipus dominants de circulació atmosfèrica: la dels vents de ponent, característica de latituds mitjanes, amb la seva successió de fronts nuvolosos, i una altra de tipus subtropical, amb escàs gradient de pressió i ocasionals precipitacions d'origen convectiu. La primera predomina els mesos més freds, de novembre fins a abril, i l'altra els més càlids, encara que no són, ni de molt, exclusives d'aquests mesos.

L'acció d'aquests tipus generals de circulació es veu modificada per la complexa orografia de la cubeta del Mediterrani occidental, enrevoltada de sistemes muntanyencs que alteren considerablement la circulació de les masses d'aire i compliquen molt la seva estructura espacial. És així com s'indueixen processos ciclogènètics com el del Golf de Génova, on es dona la més alta concentració mundial de centres de baixa pressió, o els originats per la Serralada nord-africana de l'Atlas sota certes condicions, que tenen una gran incidència en el clima de les Balears en produir episodis de vents forts i precipitacions que, en el cas de l'Arxipèlag de Cabrera, es veuen acompanyats pel fort onatge de llevant aixecat pel vent.

Tot seguit es passarà revista a les característiques que presenten els principals elements climàtics a l'Arxipèlag de Cabrera, si bé hem de dir que només hi ha dades d'una estació pluviomètrica que hi va funcionar al far de N'Ensiola des de maig de 1949 fins al desembre de 1971. Per tant, per a la discussió d'altres elements ens haurem de referir a dades d'altres observatoris pròxims i/o representatius.

PRECIPITACIONS

A) Quantitat

L'Arxipèlag de Cabrera es troba situat al sud de Mallorca, que és de les parts menys plujoses d'aquesta illa, i encara que està un poc més exposada als vents humits marítims que la Mallorca meridional, les diferències no són molt grans: 380 mm anuals al Far de Cabrera per 373 al Far del Cap Salines, per al període 1950-71.

La repartició d'aquestes quantitats al llarg de l'any, lluny de ser uniforme, presenta l'acusat mínim estiuenc propi del clima mediterrani, juntament amb un destacat màxim que comença amb la tardor i s'estén al llarg de l'hivern. De vegades es dona també un màxim secundari a la primavera. A la taula 1 podem veure la distribució mensual de la precipitació a l'estació de Cabrera, tant pel que fa als valors mitjans, com a la desviació típica, coeficient de variació, i valors extrems.

En primer lloc cal ressaltar l'esmentat mínim estiuenc: només un 9,1% de la precipitació anual cau durant els mesos de juny a agost, mentre que a la tardor (mesos de setembre a novembre) es recull el 43,8%.

Un altre aspecte a destacar és l'enorme variabilitat de la precipitació: les quantitats mensuals observades en el període de funcionament de l'estació oscil·len entre zero (o quasi) i al voltant d'un centenar de mm, amb coeficients de variació mensuals també de 100% aproximadament.

La variabilitat anual també és molt gran. En els 23 anys d'observació la mitjana anual fou 380 mm, però els totals anuals han estat compresos entre 193 i 555 mm.

Taula 1. Precipitacions mensuals (mm) al Far de Cabrera (1949-71): mitjanes, desviacions típiques, coeficients de variació (%), i valors màxims i mínims observats.

	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Des	Any
Mitjan.	38,6	24,2	28,0	24,5	17,9	10,2	12,0	12,3	33,2	72,7	60,3	45,8	379,8
Desv.típ.	29,1	22,0	26,4	24,1	17,0	12,7	34,1	19,5	29,6	64,2	56,7	37,1	118,0
Co.var.	75,4	90,9	94,3	98,4	95,0	124,5	284,2	158,5	90,4	88,3	94,0	81,0	31,1
Màxims	109,5	68,2	96,2	100,1	74,0	40,8	161,2	72,9	94,5	233,1	189,2	117,5	555,2
Mínims	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,4	0,0	1,4	193,3

La forta variabilitat interanual dels totals de precipitació és una característica més del clima mediterrani. Així, mentre que a les zones de clima atlàntic (com la vessant nord de la Península Ibèrica) els coeficients de variació són freqüentment inferiors a 20, al Mediterrani és fàcil trobar valors superiors a 30, com és el cas de l'estació de Cabrera: 31,1.

Una gràfica de l'evolució temporal dels valors anuals pot ser molt il·lustrativa d'aquesta variabilitat, però primer intentarem allargar la sèrie per comparació de les dades de Cabrera amb les d'un altre observatori amb un període de funcionament més llarg. El més antic de les Balears és el de Palma, en funcionament des del 1862. Si bé des de la seva creació ha sofert tres canvis d'emplaçament, la seva sèrie de precipitacions anuals supera les proves estadístiques d'homogeneïtat més habituals, i es pot prendre com a sèrie de referència per a la majoria d'aplicacions. Així, doncs, procedim a calcular els quocients mitjans entre les precipitacions anuals de Palma i Cabrera del període comú d'observació (1950-71), i veiem que les precipitacions de Palma són, per terme mitjà, un 9% majors que les de Cabrera. Amb aquest valor allarguem la sèrie cap a enrera i fins a l'actualitat, i obtenim els valors que podem veure representats a la gràfica 1.

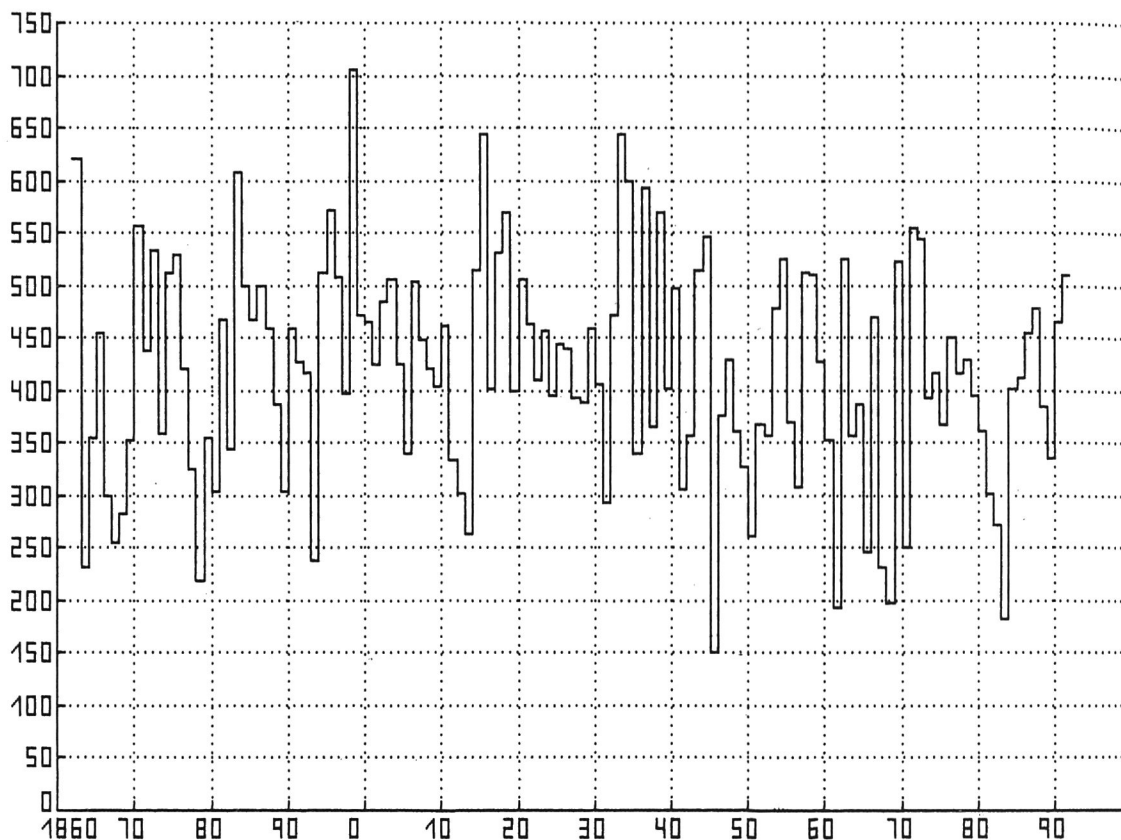
Així queda il·lustrada prou bé la magnitud de la variabilitat interanual de què parlàvem, atès que els valors oscil·len entre 150 i 707 mm, amb una mitjana de 418 mm al total de la sèrie, però que es redueix a 380 si ens referim només al darrer trentenni climatològic internacional: 1961-90.

B) Intensitat

La intensitat és un altra característica important de la precipitació. En efecte, les pluges molt lleugeres no més banyen la capa superficial de la terra i no aporten aigua a les capes on creixen la majoria de les arrels de les plantes. Només la vegetació herbàcia de petita mida pot absorbir l'aigua caiguda, encara que la resta de la vegetació rep un petit benefici indirecte: el temps que tenen les fulles banyades hi ha menors pèrdues d'aigua per transpiració. Però l'efecte dura poc, posat que prest el vent i el sol sequen aquestes gotes, i la situació torna a ser la mateixa d'abans d'haver plogut.

Una precipitació més abundosa, diguem entre 3 i 30 mm, repartits al llarg d'un parell d'hores (xifres orientatives, molt subjectes a altres condicionaments),

Gràfica 1. Evolució temporal de la pluviometria anual a Cabrera. (Dades de 1950-71, extrapolades a 1862-91 per comparació amb les de Palma).



ja permet que l'aigua, una vegada saturats els primers centímetres de sòl, degoti cap a zones més profundes i resulti molt més profitosa per a la vegetació. Emperò, quan la precipitació supera de molt aquestes quantitats, i sobretot si es produeix en un curt període de temps, la capacitat d'absorció de l'aigua per part del sòl es veu superada, i l'excés esdevé corrents superficials que arrossegueu les partícules de sòl pendent avall (erosió).

L'obtenció de dades d'intensitat de la precipitació és una tasca difícil, que demana l'anàlisi pacient de molts de registres analògics de pluviògraf, o bé comptar amb dades digitals de costoses estacions meteorològiques automàtiques. Per aquestes raons no és corrent tenir a l'abast dades d'aquest tipus per a una zona concreta, com és el cas de l'Arxipèlag de Cabrera. Normalment hom s'ha de conformar amb estudiar les dades de precipitació màxima diària, que sí que es poden obtenir de la majoria d'estacions pluviomètriques, i és el que farem ací.

A la taula 2 podem observar els valors mitjans i màxims de la precipitació en 24 hores, la seva desviació típica, i els màxims per a períodes de retorn de 50 i 100 anys, calculats mitjançant ajusts amb la distribució de Gumbel.

Taula 2. Precipitacions enregistrades en 24 hores (mm): mitjanes, màximes, desviacions típiques, i màximes estimades per a períodes de retorn de 50 i 100 anys.

	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Des	Any
Mitjan.	15,5	11,0	14,3	13,5	12,1	7,0	9,0	8,1	18,0	27,6	27,0	17,2	56,4
Màximes	38,4	57,6	45,2	53,5	32,0	40,8	104,4	65,0	42,1	91,0	150,2	48,8	150,2
Desv.típ.	10,7	12,4	13,7	12,6	10,2	10,8	23,6	14,4	14,1	22,6	31,5	13,3	28,6
50 anys	49,1	49,9	57,3	53,0	43,9	40,7	82,6	53,0	62,5	98,5	125,9	58,9	146,7
100 an.	56,0	58,0	66,2	61,2	50,5	47,7	97,9	62,3	71,7	113,2	146,3	67,6	165,4

Veiem que, encara que no tan grans com a moltes parts de Mallorca, es tracta de quantitats considerables, que fan necessària una adequada cobertura vegetal per tal de no perdre sòl amb ocasió d'aquestes intenses precipitacions. Hem de tenir en compte que, encara que enregistrades en 24 hores, la duració real de la precipitació és clarament inferior: en 2 hores és fàcil que caigui la meitat d'aquests valors. A més a més, aquestes són les precipitacions recollides, no en un període de 24 hores qualsevol, sinó en el període fix que va de les 08 hores de cada dia fins a les 08 hores del dia següent (UTM, horari universal). Segons HERSHFIELD (1961) cal augmentar aquests valors un 13 % per a obtenir els corresponents a un període qualsevol de 24 hores, que s'ajusti realment a les màximes precipitacions (posat que molt de pics l'horari fix d'observació pot xapar un episodi de pluges fortes, com va succeir a les darreres inundacions del Llevant mallorquí el 6 de setembre de 1989, on les precipitacions més intenses tingueren lloc entre les 07 i les 10 hores UTC).

Pel que fa a la distribució estacional, els mesos més propicis per a les precipitacions intenses són els de tardor. El màxim enregistrat al juliol (104,4 mm), que supera el valor estimat per a un període de retorn de 100 anys (97,9 mm), ens indica que a l'estiu, que és l'estació amb les mitjanes més baixes, també es pot donar ocasionalment qualche pluja molt intensa.

C) Forma

A la zona d'estudi la precipitació es produeix majoritàriament en forma de pluja, amb una mitjana de 57 dies per any. També hi ha uns pocs dies comptabilitzats com a "de calabruix" (un per any, per terme mitjà), encara que només una petita part de la precipitació hagi adoptat aquesta forma en aquests dies, normalment amb ocasió de tempestes moderades o fortes. Els dies de tempesta són més nombrosos, uns 10 per any, aproximadament. Es poden donar a qualsevol època de l'any, però a la tardor tenen lloc la meitat del total anual. El calabruix tampoc no és exclusiu de cap època de l'any, però té preferència pels mesos de novembre a març, quan la temperatura de l'aire superior és més baixa.

Molt menys freqüent és la precipitació en forma de neu: només 4 dies es comptabilitzaren durant els 23 anys de funcionament de l'estació (2 al febrer de 1956, conegut com a "l'any de sa neu", 1 al febrer de 1963, i 1 al març de 1967).

Si desglosem els dies de precipitació (independentment de la forma) segons la quantitat, podem veure com el nombre de dies decreix considerablement en augmentar el volum d'aigua recollida: els 58 dies anuals en què, per terme mitjà, s'ha observat precipitació a l'estació de Cabrera (els 57 de pluja esmentats més 0,8 de calabruix i 0,2 de neu), es converteixen en 48 de precipitació mesurable (igual o superior a 0,1 mm), 42 de precipitació igual o superior a 1 mm, i només 11 dies amb 10 mm o més (vegeu la taula 3).

Taula 3. Nombre mitjà de dies amb precipitació igual o superior a 0,1, 1 i 10 mm.

(Pr. mm)	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Des	Any
>= 0,1	6,0	4,9	4,2	3,5	2,6	2,0	1,0	1,5	3,5	5,8	6,7	6,0	48,3
>= 1,0	5,5	4,2	3,7	2,8	2,1	1,5	0,8	1,2	3,0	5,2	6,1	5,7	42,1
>=10,0	1,1	0,8	0,8	0,8	0,5	0,2	0,2	0,4	1,2	1,9	1,8	1,5	11,0

Novembre, desembre i gener són els mesos amb més dies de pluja, mentre que a l'estiu només es donen de 1 a 2 dies al mes, per terme mitjà. El nombre màxim de dies de pluja anotats a un mes individual és de 16, corresponents al novembre de 1958.

HUMITAT I METEORS AFINS

No hi ha dades d'humitat a Cabrera, però donada la petita dimensió de l'illa i dels illots del seu Arxipèlag, deu romandre alta, amb poca variació al llarg de l'any. A l'observatori de Palma els valors mitjans mensuals oscil·len entre 69% al juny i juliol, i 78% al novembre (77% d'octubre a gener), amb una mitjana anual de 74%.

L'oscil·lació diària de la humitat és normalment més grossa que aquesta oscil·lació anual de la humitat mitjana, sobretot els dies assolellats, quan la humitat pot passar, d'entre 90 a 100% abans de la sortida del sol, fins a menys de 50% a les hores centrals del dia. Els dies amb predomini de núvols l'oscil·lació diària de la humitat acostuma ser més petita, amb valors al voltant de 80% durant la nit i 60% durant el dia. Un meteor associat a la humitat és la boira. A l'estació de Cabrera figuren observacions de boira des de 1958 fins a 1971, amb una mitjana de 6,6 dies a l'any, i una ocurrència quasi exclusiva durant els mesos del primer semestre. A causa de les petites dimensions de l'illa i a la seva topografia, les boires de Cabrera deuen ser d'advecció, i no pas d'irradiació, com la majoria de les que es formen al pla de Mallorca. Açò explicaria la seva

preferència pels mesos de gener a juny, quan la temperatura de l'aigua de la mar és més freda i pot estabilitzar la capa més baixa de l'atmosfera, amb ocasió de flux dèbil de component sud de caire anticiclònic. No obstant açò, aquestes situacions també poden donar nuvolositat estratiforme a nivells molt baixos i, donada l'altitud de l'estació de Cabrera (prop de 100 m), part de les boires enregistrades allà podrien no afectar les zones més baixes de l'Arxipèlag.

Un altre meteor associat amb la humitat és la roada, molt més freqüent que la boira a les nostres illes. Emperò, a l'estació de Cabrera hi figura anotat només de forma esporàdica, sent així que no es poden treure moltes conclusions d'aquestes observacions. L'experiència i les dades d'altres estacions climatològiques ens fan pensar que sí deu ser un fenomen corrent, degut a la condensació de la humitat damunt el sòl quan aquest es refreda per irradiació nocturna. Les deposicions de roada que hi resulten poden ser equivalents a 1 o 2 mm de precipitació, i tenir molta importància per a la vegetació.

Però no tota la vegetació es beneficia de l'aigua aportada per la roada. Només ho fan les formacions de tipus pradenc, amb plantes de petita talla. De fet als boscos o a les formacions arbustives molt tancades la roada ni tan sols s'arriba a formar, atès que l'energia irradiada cap al cel és aportada, no per una superfície ben definida com un sòl nu o amb minsa vegetació, sinó per un estrat més o menys gruixut ocupat per multitud de branques, fulles, etc. La conseqüència és que en aquestes condicions el refredament és molt menys accentuat, i generalment cap superfície no es refreda fins al punt de roada (temperatura necessària perquè el vapor d'aigua de l'aire es comenci a condensar).

D'altra banda, com va posar de manifest SHARMA (1976), l'aigua condensada com a roada normalment és absorbida només pels primers 2 o 3 cm del sòl, i és tornada novament a l'aire quan la insolació diürna aporta l'energia necessària per a evaporar-la de bell nou. Emperò, els vegetals de petita mida, amb sistemes radiculars poc profunds, poden absorbir aquesta aigua i aprofitar les primeres hores del dia per a desenvolupar una intensa activitat fotosintètica.

INSOLACIÓ I IRRADIACIÓ SOLAR

L'observatori més proper de l'Arxipèlag de Cabrera amb dades d'irradiació solar és el de Palma C.M., situat a Portopí. Tant les dades d'irradiació com les d'insolació (hores de sol) es poden considerar suficientment representatives de la zona de Cabrera, donada la situació del observatori, meridional respecte a les principals barreres orogràfiques de Mallorca, cosa que fa pensar que la nuvolositat de l'àrea de Palma no deu ser gaire diferent de la de la nostra zona d'estudi i, d'altra banda, només la nuvolositat pot donar lloc a diferències en hores de sol i irradiació solar en un entorn geogràfic tan reduït.

A la taula 4 podem veure els valors mensuals d'aquest conjunt d'elements climatològics.

Taula 4. Mitjanes mensuals d'insolació diària (hores), nombre de dies estirats i coberts, i irradiació solar diària (cal/cm²).

	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Des	Any
Insol.	5,1	6,2	6,6	7,6	9,6	10,3	11,5	10,7	8,0	6,3	5,6	4,5	7,7
D.estirats	4,6	5,4	5,9	6,3	6,8	10,4	17,1	12,4	5,8	3,6	3,9	3,3	85,5
D.coberts	6,7	5,4	6,2	4,7	4,3	2,4	0,9	1,4	3,0	5,6	6,0	7,1	53,7
Irrad.	178	238	364	447	530	590	589	516	399	289	196	157	374

La insolació diària mitjana a l'estiu és doble que a l'hivern (4,5 hores el mes de desembre per 11,7 al juliol). Aquestes diferències són, d'una banda, d'origen astronòmic (duració del dia), i d'altra, meteorològic, per mor de la diferent nuvolositat mitjana de les estacions de l'any. Ho podem comprovar parant atenció a les xifres de nombre de dies estirats i coberts. Els dies es comptabilitzen com a "estirats" quan tenen una nuvolositat mitjana inferior a un quart de cel cobert, i com a "coberts" si és superior a tres quarts. La resta de dies es qualifiquen com a "nuvolosos". Podem veure a la taula com augmenta el nombre de dies estirats en arribar els mesos d'estiu (més de la meitat dels del total mensual al mes de juliol, enfront de la desena part el mes de desembre), al temps que passa el contrari amb el nombre de dies coberts.

Pel que fa a la irradiació solar, l'energia que arriba a terra a l'estiu és més del triple que a l'hivern (590 calories per centímetre quadrat el juny i juliol per només 157 el desembre, durant el període 1975-1990), per les causes anteriorment citades (duració del dia i diferent nuvolositat) i a un altra astronòmica: la diferent elevació solar al llarg de les estacions. El conjunt de valors d'aquesta taula reflecteix la situació de Mallorca, amb latitud mitjana-baixa i clima mediterrani amb una insolació relativament alta.

TEMPERATURES

La temperatura és un element amb una variabilitat espacial més gran que la de la nuvolositat, i açò fa desaconsellable, en principi, fer servir les dades de Palma com a representatives de les de Cabrera, atès que més a prop de la nostra àrea d'interès hi ha un altra estació termomètrica: Salines de Llevant, al terme de Campos. No obstant açò, la seva situació a la part baixa d'una ampla depressió fa que aquesta estació enregistri les temperatures mínimes més baixes de les Balears, cosa que la fa molt poc representativa de les condicions que podem trobar a l'Arxipèlag de Cabrera, on l'escassa dimensió horitzontal de la superfície terrestre no deu permetre que la temperatura davalli molt per irradiació nocturna. És així com podem pensar que les temperatures de Palma, amb el seu microclima urbà que disminueix l'oscil·lació termomètrica diària, es deuen semblar a les de Cabrera molt més que les de Ses Salines de Llevant, i per açò les prendrem com a representatives de les de l'arxipèlag.

A la taula 5 podem observar els valors mitjans de les temperatures màximes i mínimes, tant diàries com mensuals. Les màximes oscil·len com a mitjana entre 14,0°C el gener i 30,0 l'agost, però els dies individuals de juliol i agost es poden assolir fins a 34,4 graus, per terme mitjà. Les temperatures mitjanes oscil·len entre 11,0°C al gener i 25,6 a l'agost, i per tant l'oscil·lació anual de temperatura és de 14,6°C. Com que la latitud és de 39,15 graus aproximadament, podem aplicar l'índex de continentalitat de Gorczinsky (modificat per Conrad) i obtenim un valor de 18,8 que correspon a un lloc bastant marítim, atès que l'índex està pensat per assolir valors d'entre 0 a les illes tropicals i 100 a àrees de l'Àsia central.

Les mínimes, per la seva banda, oscil·len entre 8,0°C al gener i 21,3 a l'agost, però qualche dia de gener pot davallar fins a 3,6°C per terme mitjà. Veiem doncs que, tal com cal esperar d'un lloc altament marítim, les gelades deuen ser pràcticament inexistents.

Taula 5. Mitjanes mensuals de temperatures (°C): màximes mensuals, màximes diàries, mitjanes, mínimes diàries i mínimes mensuals.

	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Des	Any
Màx.mens.	17,6	18,7	21,6	24,2	28,1	31,9	34,4	34,4	30,8	27,0	21,7	18,2	34,4
Màx.diàr.	14,0	14,7	16,5	18,9	22,7	26,4	29,8	30,0	27,4	22,2	17,5	14,6	30,0
Mitjanes	11,0	11,4	12,6	14,8	18,4	22,1	25,3	25,6	23,2	18,6	14,3	11,7	17,4
Mín.diàr.	8,0	8,1	8,7	10,8	14,1	17,8	20,8	21,3	18,9	15,1	11,1	8,8	8,0
Mín.mens.	3,6	3,8	4,2	6,5	10,1	13,8	17,3	18,1	14,9	10,5	6,4	4,3	3,6

Un altre problema és el de la distribució espacial de les temperatures, que a un lloc amb una topografia ondulada com Cabrera pot ser bastant complicada. La temperatura de l'aire damunt el sòl depèn, fonamentalment, de la quantitat d'energia solar absorbida per la superfície de la terra, i açò és més cert com més a prop de la superfície mesurem la temperatura. Per tant cal esperar diferències entre les vertents nord i sud de cada llima o turó de les illes objecte del nostre estudi, que poden assolir valors –més o manco– de més (solanes) o menys (obagues) 2°C respecte als de la taula 5. Les vessants est i oest deuen tenir temperatures semblants a les de la taula, però les de l'est en resulten menys eixutes per a la vegetació, perquè les vessants occidentals reben el màxim de radiació quan la temperatura és més alta en el cicle normal diari, i per tant resulten ser més extremades que les orientades cap a l'est.

VENT

El vent també és un element amb una forta dependència respecte a la topografia circumdant. Els observatoris oficials de l'Institut Nacional de Meteorologia a Balears són massa lluny de Cabrera com perquè les seves mesures siguin bastant representatives, però són els que compten amb més

dades. Per altra banda, el vent és una magnitud vectorial, i és freqüent, per a simplificar la feina, estudiar separatament els seus dos components: direcció i velocitat, i així ho farem ací.

La direcció del vent, a part de l'esmentada dependència de l'orografia, està influïda a Mallorca per l'embat, que bufa de la mar cap a la costa durant les hores centrals de gran part dels dies de l'any (només a l'hivern perd la seva predominància). Açò fa que la direcció dominant del vent estigui molt relacionada amb l'orientació de la línia costanera més apropada al lloc estudiat. Cabrera no té la dimensió suficient com per a desenvolupar el seu propi sistema d'embat, i la distància que la separa de Mallorca fa difícil establir si es troba dins de l'àrea d'influència de l'embat del sud de Mallorca, la qual cosa augmentaria els vents de component sud.

En qualsevol cas sembla que les freqüències de direcció del vent observat a l'estació de Ses Salines de Llevant durant 10 anys (1961-70), oferides a la taula 6, han de ser més semblants a les de Cabrera que les de l'aeroport de Palma, que presenta un clar predomini de l'eix NE-SW, degut tant a l'embat com a la influència de la Serra de Tramuntana, que té la mateixa orientació.

Taula 6. Freqüències de la direcció del vent (%) a Salines de Llevant (Campos). (Amb exclusió del vent en calma).

	NE	E	SE	S	SW	W	NW	N
Primavera	11	8	13	14	19	11	8	16
Estiu	14	16	19	21	12	6	4	8
Tardor	12	9	12	17	17	11	10	12
Hivern	12	3	5	12	16	16	13	23
Any	13	9	12	15	16	11	9	15

Segons aquestes dades, al conjunt de l'any predominaria la component sud (S i SW), amb un màxim secundari de les direccions contràries (N i NE). Ara bé, si parem atenció a les diferents estacions de l'any, la component sud predomina clarament a l'estiu, per mor de l'embat, mentre que a l'hivern la direcció predominant és la nord. Primavera i tardor es poden considerar com a estimacions de transició entre les dues primeres, i presenten freqüències intermèdies.

Pel que fa a la velocitat, però, no disposem de dades elaborades del mateix observatori, i els altres estan, com ja hem dit, massa allunyats. Així, doncs, no ens queda més remei que estimar les dades de Cabrera, i ho farem mitjançant les mitjanes de les velocitats de Palma C.M. i l'aeroport de Menorca. A Palma la velocitat del vent és relativament baixa, resultat de l'arrecerament produït per la Serra de Tramuntana i la rugositat del terreny urbà, mentre que l'aeroport de Menorca està sota la influència dels freqüents i forts vents de tramuntana, que no deuen afectar tant Cabrera.

A la taula 7 es presenten aquestes dades, mitjanes dels dos observatoris, tant per les velocitats mitjanes com per les màximes enregistrades durant 29

anys (1961-89). Veiem que la velocitat mitjana del vent és bastant uniforme al llarg de l'any, atès que només oscil·la entre 3,1 m/s els mesos de tardor i 3,9 el febrer i març, amb una mitjana anual de 3,5 m/s. En canvi, als episodis de vent fort cal esperar, com a mitjana, velocitats màximes mensuals de entre 16,0 m/s el juliol i 23,5 el desembre, però que qualche vegada poden superar els 30 m/s entre setembre i maig (tot l'any excepte a l'estiu), amb un màxim absolut de 34,3 m/s el febrer.

Taula 7. Velocitats mitjanes i màximes (mitjanes i absolutes) del vent (m/s) estimades per a l'Arxipèlag de Cabrera.

	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Des	Any
Mitjanes	3,5	3,9	3,9	3,8	3,7	3,2	3,3	3,2	3,1	3,1	3,1	3,8	3,5
Màx.mitj.	23,3	23,2	20,0	21,2	18,5	17,0	16,0	16,7	18,3	20,8	20,5	23,5	19,9
Màx.abs.	32,8	34,3	33,3	32,5	32,2	24,6	23,3	25,1	31,5	31,2	31,1	33,2	30,0

Aquestes ventades han de suposar un fort condicionant per als vegetals a un conjunt d'illes tan exposat com el de Cabrera, que han de comptar amb eficaços mecanismes de control de la transpiració per a evitar sobtades pèrdues d'aigua durant aquests episodis (GRACE, 1977).

Evapo-transpiració i balanç hídric

L'evaporació és un element climatològic molt complicat, perquè es pot referir a diverses situacions (evaporació des d'una superfície lliure d'aigua, evaporació del sòl, evapo-transpiració, etc.), i perquè els aparells i les condicions d'instal·lació no sempre són representatius d'allò que es vol mesurar. És per açò que molt freqüentment es recorre a mètodes indirectes per calcular l'evaporació o l'evapo-transpiració a partir d'altres elements climatològics.

El més complet i que dona lloc a les estimacions més realistes és el de Penman, però també és el que ha de menester més dades que, com la radiació neta i els gradients verticals de temperatura i tensió del vapor d'aigua, són difícils d'obtenir.

De més fàcil aplicació és el mètode de Thornthwaite, que calcula l'evapo-transpiració potencial (ETP) a partir de la temperatura i la duració del dia, i és el que farem servir aquí, encara que s'ha observat que en climes àrids com el nostre les seves estimacions de l'ETP són deficitàries en un 30 o 35%. No obstant açò, donada la difusió del mètode, els resultats poden ser objecte de comparació amb els d'altres llocs. A més a més, el mateix Thornthwaite aplicà els resultats a l'avaluació d'un balanç hídric, cosa que també farem aquí, i si empràssim estimacions més realistes de l'ETP, el balanç resultant estaria desequilibrat, i ens donaria un sòl eixut tot l'any, cosa que tampoc no és certa.

Així, doncs, una vegada efectuats els càlculs per a Cabrera, obtenim els resultats de la taula 8, on veiem com es dispara la demanda evaporativa de

l'atmosfera (ETP) quan puja la temperatura mitjana, des de 23 mm al mes de gener fins a 157 a l'agost. A partir de febrer l'ETP ja supera l'aport de la precipitació, de manera que es comença a consumir la reserva d'humitat del sòl (perquè aquest consum no sigui massa ràpid l'hem fet proporcional a l'arrel quadrada de la fracció de reserva disponible). El sòl esdevé eixut pel mes de maig (per terme mitjà), i es manté així, amb un fort dèficit d'aigua (DA) fins acabat l'estiu, quan la davallada de l'ETP coincideix amb el màxim de precipitació, i és possible la recàrrega de la humitat del sòl. Però el sòl mai no queda saturat, i així l'excés d'aigua és nul durant tot l'any.

Taula 8. Balanç hídric segons Thornthwaite. Valors mensuals (mm) de: precipitació (P), evapo-transpiració potencial (ETP), reserva d'humitat al sòl (R), evapo-transpiració real (ETR), dèficit d'aigua (DA) i excés d'aigua (EA).

	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Des	Any
P	39	24	28	25	18	10	12	12	33	73	60	46	380
ETP	23	25	36	52	86	121	157	150	110	68	36	24	888
R	67	66	60	39	0	0	0	0	0	5	29	51	26
ETR	23	25	34	46	57	10	12	12	33	68	36	24	380
DA	0	0	2	6	29	111	145	138	77	0	0	0	508
EA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

No hem d'oblidar que les xifres d'aquesta taula es refereixen a condicions mitjanes, i que a anys individuals la situació pot ser molt diferent d'aquesta. D'altra banda, un balanç hídric s'hauria de dur a terme dia per dia, i amb estimacions més acurades de l'ETP. Així és com es podrien simular els episodis en què, a causa d'una successió de dies amb precipitacions abundoses, el sòl s'arribaria a saturar d'humitat i en resultaria qualche excés d'aigua, encara que bastant esporàdic.

TIPIFICACIÓ CLIMÀTICA

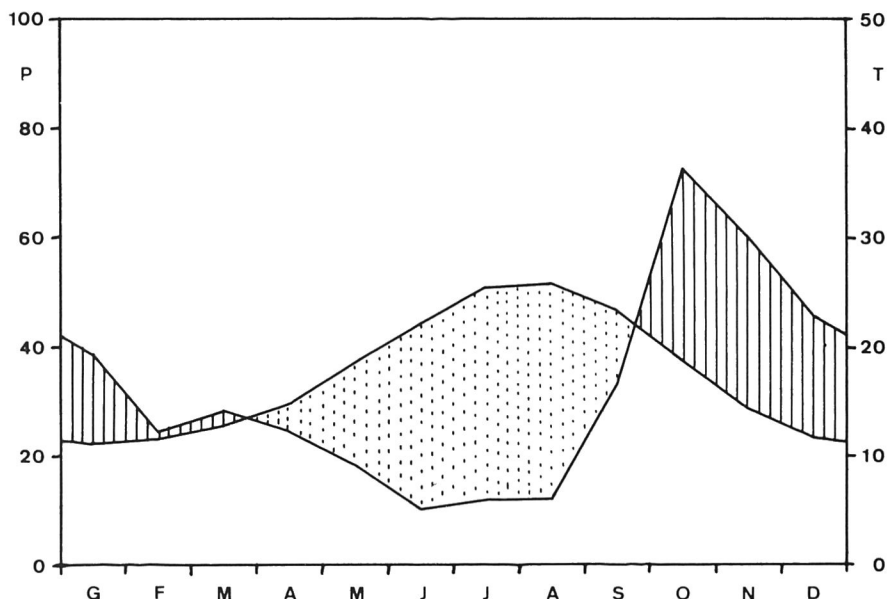
Les dades exposades fins ara ens donen una imatge de clima mediterrani típic, que segons la clàssica classificació de Köppen correspondria al tipus "Csa". El clima mediterrani va ser molt estudiat per Emberger, que desenvolupà un altre sistema de classificació pensat per a la subdivisió d'aquest clima principal. Segons aquest sistema, obtenim un índex pluviotèrmic $Q2=59,1$, que amb una mitjana de temperatures mínimes del mes més fred de $8,0^{\circ}\text{C}$ ens dona un clima mediterrani semiàrid càlid.

Hi ha moltes altres classificacions, però no les farem servir perquè donarien resultats semblants i només serien útils si haguéssim d'abordar una cartografia climàtica a gran escala.

Molt més il·lustratiu que una fórmula climàtica en resulta un diagrama climàtic, que sintetitza les dades en un gràfic amb molta menor pèrdua

d'informació. A la gràfica 2 es presenta el diagrama ombrotèrmic de Gausse-Bagnouls. Es pot observar la característica més típica del clima mediterrani: a l'estiu, quan les temperatures presenten els valors més alts (i per tant la demanda evaporativa de l'atmosfera és més gran), és quan l'aport d'aigua al sòl per la precipitació arriba al seu mínim.

Gràfica 2. Diagrama ombrotèrmic de l'Arxipèlag de Cabrera



Aquest fet és d'una enorme rellevància per als ecosistemes terrestres. En efecte, els vegetals tenen el màxim creixement quan les temperatures són altes, sempre que tinguin assegurat el subministrament d'aigua a les arrels. En el cas d'un clima com el nostre, aquest subministrament és molt petit o inexistent, i per tant les plantes han de subsistir resistint com sigui aquesta manca d'aigua: disminuint la seva activitat biològica fins a un mínim, i evitant les pèrdues d'aigua mitjançant fortes cutícules i efectius mecanismes de tancament dels estomes (esclerofília). Així s'explica la morfologia de les plantes del nostre entorn, com les mates, l'ullastre, etc., que a més a més disposen de fortes i profundes arrels per cercar la mica d'humitat que han de menester per mantenir-se vives a l'estiu.

Altres plantes han desenvolupat estratègies no de resistència, sinó més aviat d'evasió d'aquesta època desfavorable: són les plantes de cicle anual, que quan arriba l'estiu ja han completat el seu cicle vital i esperen l'arribada de la tardor en forma de llavors. Emperò, aquesta adaptació a la sequera no només els serveix per a passar l'estiu, atès que una altra característica del nostre clima és l'acusada variabilitat interanual. De fet la distribució de la pluja per mesos mostrada al diagrama és una distribució basada en valors mitjans, però a anys individuals pot ser bastant diferent, amb períodes de sequera que es poden trobar a qualsevol època de l'any.

AGRAÏMENTS

Hem d'expressar el nostre reconeixement al Centre Meteorològic de Balears (I.N.M.) per haver facilitat les dades climatològiques de partida necessàries per a l'elaboració d'aquest treball.

BIBLIOGRAFIA

- GRACE, J., 1977. *Plant Response to Wind*. Acad. Press., London, 204 pp.
- HERSCHFIELD, D.M., 1961. *Rainfall Frequency Atlas of the United States*. Tech.Pap. nº 40. Weather Bureau, US Dep. of Commerce, Washington DC, 115 pp.
- SHARMA, M.L., 1976. Contribution of dew in the hydrologic balance of a semiarid grassland. *Agric. Meteor.*, 17:321-331.